



## Epistémologie des crises en physique.

Michel Paty

### ► To cite this version:

Michel Paty. Epistémologie des crises en physique.. Epistémologie des crises en physique., May 1987, Villetaneuse, France. p. 9-28. halshs-00182570

**HAL Id: halshs-00182570**

**<https://shs.hal.science/halshs-00182570>**

Submitted on 26 Oct 2007

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

*in Crise et stratégie: la question de la science, Actes de la Journée scientifique du 16 mai 1987, Laboratoire de Psychologie Clinique, Sociale et Développementale, Université Paris XIII-Villetaneuse, 1988, p. 9-28. Repris dans : Michel Paty, L'analyse critique des sciences (Le tétraèdre épistémologique), L'Harmattan, Paris, chapitre 2, p. 28-36.*

## Epistémologie des crises en physique

MICHEL PATY

### SUR LA NOTION DE CRISE.

Y-a-t-il des crises en sciences? Si oui, quand s'aperçoit-on qu'il y a une crise? Et quelle est la nature de ces crises? Sont-elles internes à la représentation scientifique concernée en premier lieu, ou au contraire externes, se marquant comme crises de la nature même de nos représentations considérées d'une manière générale?

A la première de ces questions, formulée par exemple sous la forme: les changements de la connaissance scientifique s'effectuent-ils par crises ou non?, il ne saurait y avoir de réponse générale: pour qui est un peu familier de l'histoire des sciences, ou même seulement de certains changements des sciences contemporaines, il existe des cas dont la description s'apparente à celle d'une "crise", et d'autres non. Je ne m'étendrai pas ici sur la (trop?) célèbre distinction Kuhnienne entre "révolution scientifique" et pratique "normale" de la science, qui distingue les périodes de la science avec et sans crises, en sous-entendant que les changements significatifs sont ceux qui marquent l'adoption de nouveaux "paradigmes" caractéristiques des révolutions scientifiques. Mais c'est là une description trop commode et simpliste qui fait trop peu de cas à mon sens de la complexité et de la spécificité des processus réels de changement de nos représentations scientifiques, lesquels font appel à de multiples "paramètres", que seule peut-être une analyse historique comparative, où ils seraient étudiés de façon différentielle, permettrait de caractériser. Retenons donc qu'il n'y a pas de schéma général de description des changements scientifiques, du moins que nous connaissions aujourd'hui et qui soit satisfaisant, et que le seul parti que nous ayons, si nous voulons tirer quelques leçons de ces changements, est d'étudier des cas d'espèce, quitte à les prendre suffisamment significatifs.

En ce qui concerne la question de savoir quand on s'aperçoit d'une crise, elle est évidemment tributaire d'une autre sur l'existence même de cette crise ou non: souvent l'on ne s'aperçoit qu'il y avait crise qu'après coup, quand elle est déjà dépassée. La question apparaît donc à première vue inextricable: n'étant plus que rétrospective, la crise répond-elle encore aux définitions d'une crise? (Définitions dont nous nous abstiendrons ici de poser ou d'analyser d'emblée les termes, nous contentant d'une acception intuitive, avant de rencontrer peu à peu ces termes dans l'analyse qui suit).

Cette difficulté (quasiment de "principe"), à saisir le caractère de la crise nous renvoie immédiatement à la troisième question, sur la nature de la crise. Elle m'apparaît liée à la difficulté de penser la nouveauté en sciences. Ce qui détermine éventuellement en effet une crise, c'est soit la réalisation (je l'entends dans le sens de "se rendre compte de") d'une impasse, soit l'apparition de nouveauté, quelle que soit sa nature, au sens de "impensé antérieurement", et qui s'impose dans notre représentation, ainsi appelée à un certain bouleversement. L'irruption de nouveauté caractérise à vrai dire les deux cas. Car le premier lui-même est une insuffisance du savoir acquis non pas en tant que défaut de complétion mais en tant que faille dans la représentation, c'est à dire de contradiction interne qui impose un changement (c'est une nouveauté négative en quelque sorte). Mais cette irruption de nouveauté, en positif ou en négatif, qui, elle, est indéniable, correspond-elle vraiment à une crise de la représentation, disons, pour fixer les idées et nous restreindre maintenant à des cas plus spécifiques, de la théorie?

Cela dépend à première vue de la conception épistémologique que l'on a de cette représentation théorique et de sa nature. Si l'on admet que la théorie peut admettre en son sein des contradictions acceptables, et ses éléments s'ajuster et s'adapter de façon à les intégrer pour ainsi dire "en douceur", par un mélange d'empirisme et de conventionalisme à la Poincaré, il n'y aura pas lieu en définitive de parler de crise, en ce sens que nos représentations auront été modifiées sans bouleversement. Si l'on estime au contraire que la vocation de la représentation théorique est plus exigeante relativement à son objet, qu'elle doit par exemple être moniste et unitaire, on ne peut accepter, pour une théorie à vocation fondamentale, aucune contradiction entre ses divers éléments; de telles contradictions, apparues à la faveur de l'irruption de nouveauté, doivent être résolues à la faveur d'une synthèse supérieure, qui sous-entend une intégration de la nouveauté par bouleversement des éléments acquis du savoir. Par opposition à la précédente, placée sous le signe de Poincaré, et en référence à un cas historique exemplaire qui leur est commun, nous placerons cette deuxième conception sous le signe d'Einstein et de Langevin.

L'exemple de la théorie de la relativité restreinte est particulièrement propre à nous faire voir les différences d'attitudes face à un même problème<sup>1</sup>. Poincaré, qui donna sur cette théorie des éléments importants, certains antérieurement à Einstein, d'autres parallèlement au travail fondateur publié par celui-ci en 1905, faisait partie de cette famille de savants pour lesquels, comme il n'y a pas à vrai dire de crise, la solution des difficultés se fera plutôt par conciliation avec la représentation antérieure. Mieux que personne, il avait su voir les limites de la formulation classique de la mécanique newtonienne, et avait été jusqu'à distinguer

et à formuler exactement les modifications requises pour l'expression des grandeurs physiques comme la masse (variable avec la vitesse), les transformations de systèmes de coordonnées, et celles de vitesse, la forme qui rend invariantes les équations de l'électromagnétisme, etc... Il avait même été jusqu'à envisager, avant Einstein, des modifications à la loi newtonienne de la gravitation. Pour autant, il n'estimait pas que le cadre fondamental des concepts et des principes de la mécanique classique dût être radicalement modifié, et il proposa toujours de le garder en le conciliant avec ce qu'il appelait par ailleurs la "nouvelle mécanique" par une adaptation de la forme des grandeurs physiques; mais l'espace absolu, le temps absolu continuent à servir de référents de fond. On sait qu'Einstein, au contraire, n'hésita pas à opérer une réforme fondamentale qui fut avant tout une réforme de la cinématique, basée sur une définition très différente des concepts de base que sont l'espace, le temps, la masse, et qui faisait une place entière au concept de champ, considéré pour lui-même ( et non ramené aux concepts liés au point matériel). Entre les deux, un Langevin représente une position intermédiaire, bien que, du point de vue épistémologique, il se situe plus près d'Einstein: Langevin certes, n'a pas fait la réforme fondamentale comme Einstein, mais il l'a pressentie, ayant vu par son propre travail qu'il y avait bien conflit entre deux représentations ( celles de la mécanique et de l'électromagnétisme), et il n'hésitait pas à parler de crise, laquelle obligerait, à ses yeux, à remplacer les notions fondamentales de la mécanique par celles de l'électromagnétisme. La solution d'Einstein est plus générale ( le principe de la relativité gouverne toutes les théories physiques) et explicite. Les deux donc, Einstein et Langevin, parlent en terme de crise, et voient bien que s'il y a crise, il y a substitution, et, cette substitution, c'est évidemment celle de l'ancienne représentation par une nouvelle qui se dessine à partir des éléments mêmes qui ont déterminé la crise, c'est-à-dire les nouvelles données de la connaissance, qui sont de nature aussi bien théorique qu'observationnelle.

Ainsi, avant même que les difficultés ne soient résolues, certains reconnaissent la crise. Et, à vrai dire, un Poincaré lui-même, bien qu'il tente d'en dissoudre les termes, voyait avec une certaine inquiétude le caractère aigu des difficultés rencontrées, et sa lucidité témoigne aussi pour la conscience d'un état de crise. La remarque faite plus haut sur le fait qu'une crise n'est généralement reconnue comme telle que lorsqu'elle est déjà résolue ne vaut donc que pour le milieu scientifique pris dans son ensemble et pour une manière globale de considérer l'état de la science: elle vaut pour la plupart des scientifiques et pour le milieu lui-même, qui vont déterminer les conditions de la réception de la nouvelle donne. Mais des scientifiques pris comme individus reconnaissent éventuellement un état de crise: peut-être est-ce précisément cette tension qui détermine leur effort vers une solution neuve des problèmes étudiés. La conscience individuelle de crise dépend du type d'approche scientifique (du programme), des conceptions épistémologiques et philosophiques: ce n'est pas mon propos d'analyser ici davantage ces relations, et il m'a suffi de les faire entrevoir par l'évocation elle-même très parlante de personnes comme Poincaré et Einstein, dont les programmes théoriques et les épistémologies sont très différents.

## SUR LA NATURE DE LA CRISE.

Nous avons, dans un premier temps, relativisé la notion de crise en la situant par rapport à l'approche globale d'une discipline scientifique ou d'un problème scientifique donné, puis, dans un deuxième temps, nous avons montré comment cette notion, prise de façon différentielle pour des problèmes précis, des programmes et des approches individuelles donnés, est malgré tout pertinente. Au reste, nous pourrions revenir, après les travaux individuels, à l'approche globale après la solution, dans le moment même de la réception, et déceler les caractères de "crise". Mais c'est une crise peut-être différente de celle qui a pu marquer les travaux eux-mêmes, comme l'indique le terme de "réception". Car l'acception de nouvelles données expérimentales ou théoriques et surtout de nouvelles représentations s'effectue rarement de façon immédiate et unanime. Après la "découverte" vient la "justification", et leurs critères sont rarement les mêmes.

Par cette remarque, nous voyons que s'il est légitime de parler de "crises", il importe maintenant de spécifier leur nature. Remarquons immédiatement qu'une distinction s'impose entre les crises pour ainsi dire internes au champ de la discipline scientifique considérée -à la représentation proprement dite-, par exemple la physique théorique avec ses principes, ses concepts, son appareil physico-mathématique et son assimilation des données d'expérience, et les crises plus externes -externes à ce champ bien circonscrit-, relatives à la nature de nos représentations plus générales, c'est à dire à la manière dont nous intégrons les connaissances de ce champ, ces représentations théoriques, dans l'ensemble de nos conceptions sur la connaissance et sur le monde. C'est surtout le deuxième aspect de la "crise" que je retiendrai dans la suite de cet exposé. Mais avant d'y revenir, je voudrais faire encore quelques remarques qui sont communes aux deux aspects mentionnés.

Sur la difficulté de penser la crise, tout d'abord -cette difficulté évoquée en commençant, qui nous amenait même à nous demander si l'on pouvait parler de crise-, en raison de la nature même de la crise: elle se confond, me semble t-il, avec le problème de parvenir à penser quelque chose qui n'est pas encore existant, qui est celui de penser la nouveauté, et qui ouvre toute une mine de questionnements possibles, mais que je ne veux pas développer ici. Ce qui détermine une crise, me semble t-il, c'est la réalisation d'une impasse pour une théorie ou une représentation ou pour une conception d'ensemble -voire une "vision du monde" qui en serait solidaire-, ou bien l'apparition d'une nouveauté radicale, en ce sens qu'elle ne se laisse pas intégrer par la représentation ou la vision du monde. Ces deux causes possibles se confondent parfois, mais pas toujours, et il y a, je crois, une dissymétrie entre ces deux désignations.

Plus précisément, sur le sujet de la nouveauté en sciences, nous sommes renvoyés à la question de savoir comment s'effectue une modification d'une science, ou d'une théorie -par exemple, la mécanique, ou la thermodynamique-, dont on sait bien qu'elle ne consiste pas en une simple somme de connaissances accumulées: ces sciences, ces théories, s'édifient et se modifient, s'édifient par modifications -par exemple, la mécanique, initialement relative à la dynamique du point matériel, s'élargit aux milieux continus, solides déformables, liquides, par l'extension du calcul différentiel total aux dérivées partielles, ce qui incidemment donne jour à la

notion de champ qui va à terme la transformer d'une manière fondamentale. Comment s'effectuent ces modifications? non par une simple adjonction d'un élément supplémentaire -nouveau- à ceux préexistants, mais par une réorganisation, conceptuelle et théorique, de l'édifice lui-même. Bien entendu, la nouveauté se manifeste à différents degrés de la structure représentative. Mais quand elle demande, ou suscite, une modification substantielle de la structure d'un édifice théorique, transformant des concepts, en faisant apparaître de nouveaux, modifiant d'une manière importante les relations qui les unissent, et en particulier ces principes généraux qui fondent toute science et règlent l'agencement de ces concepts, c'est alors que se détermine la situation de crise. La physique en fournit de nombreux exemples. Celui qu'offre la physique quantique au moment de sa transformation en mécanique quantique, vers les années 1925-1927, est particulièrement clair et significatif quant à la nécessité, à un certain stade de la connaissance, de rebâtir de fond en comble les structures d'un édifice. Cet exemple nous fournit aussi la référence aux remaniements "externes" qui éventuellement accompagnent la "crise dans la théorie".

C'est tout un ensemble de connaissances sur les phénomènes d'optique, de collision des corps, de la constitution atomique de la matière, qui relevaient, pour chaque classe, d'une théorie particulière, dont on voyait que chacune était liée aux autres, mais traitée indépendamment, qui se trouva, à partir d'un certain moment, complètement réorganisé en un corps théorique unique, la mécanique quantique appliquée aux atomes. Les différentes théories, ou représentations partielles dont on disposait, au lieu d'être simplement juxtaposées comme elles l'étaient auparavant, n'en constituaient plus qu'une seule, établie autour de principes directeurs d'un nouveau genre et selon un nouveau formalisme. Le moment de ce changement qui s'avère radical est étonnamment bref: la mutation théorique est le fruit de cinq ou six travaux élaborés de 1925 à 1927 qui, tout en changeant d'une manière radicale les fondements mêmes de la théorie physique considérée (la théorie quantique), ont pour effet de simplifier considérablement, en les unifiant (jusqu'à un certain point, il est vrai), les théories antérieures. On sait à quelles modifications des concepts et de l'approche théorique elle correspond par rapport aux habitudes de la physique classique, qui traitait par exemple de trajectoires des corps, de concepts d'espace, de temps, d'énergie, en utilisant de simples fonctions numériques. Il faut désormais adopter une formalisation mathématique différente des grandeurs physiques, ne plus considérer la notion de trajectoire comme une grandeur exactement définie, accepter entre certaines quantités des relations dites "d'incertitude" qui marquent leur différence d'avec les grandeurs classiques correspondantes. Les grandeurs physiques sont représentées désormais par des concepts mathématiques différents des simples fonctions: par des opérateurs agissant sur des fonctions; ces fonctions elles-mêmes, qui décrivent "l'état" des systèmes, dans une étape ultérieure de la formalisation (théorie quantique des champs) prendront la forme d'opérateurs. Le lien de ces entités abstraites aux quantités et grandeurs observées s'effectue en faisant appel aux notions de probabilités et de valeurs moyennes. Ce sont quelques caractères de la nouvelle façon de voir, qui témoignent pour la réorganisation d'un pan entier de la connaissance scientifique. Cette réorganisation s'est opérée très rapidement sous l'effet de nouveaux éléments (théoriques et expérimentaux) incorporés à la

physique et à propos desquels les physiciens se sont sentis amenés à "prendre les choses par un autre côté", et à procéder à des remaniements substantiels (voir Max Born annonçant en 1924 la nécessité de créer une "mécanique quantique", et le travail de Heisenberg de 1925 qui accomplit pour une bonne part ce souhait.). A partir d'exemples semblables, il serait important de tenter de saisir la nature de la "nouveauité" qui a abouti à un tel changement, qui est un véritable renversement de perspectives au sein de la théorie physique, ou mieux peut-être, de discerner comment il a été possible de penser cette nouveauté, de penser cet impensable - impensable au regard de la (ou des) théorie (s) antérieure (s).

#### PENSER L'IMPENSABLE.

Car il s'agit bien d'un impensable: c'est l'objet de la physique quantique tel que cette théorie le désigne, le traite, opère avec lui après son assimilation. Il n'y a plus, en vérité, de commune mesure avec les "objets" des théories antérieures, et c'est en cela qu'il est, pour elles, impensable. Avant la nouvelle théorie, il s'agissait d'ondes ou de particules, on parlait de propriétés ondulatoires des corps matériels, et l'on essayait de concilier ces deux représentations, de les adapter l'une à l'autre. Avec la mécanique quantique, considérée dans son formalisme et dans la pratique de ce formalisme par les physiciens, qui accomplissent son assimilation, en mettant en oeuvre ses concepts, il n'est plus nécessaire à strictement parler de considérer une onde ou un corpuscule, ou un être bâtard entre les deux. Le formalisme traite un "objet" dont les référents ne sont plus l'onde ou le corpuscule: l'objet ne devient onde ou corpuscule que lorsqu'on se préoccupe d'approximations classiques, et de connecter la représentation quantique à certaines caractéristiques classiques des expériences que l'on fait sur lui -à l'aide d'appareillages qui relèvent de la physique classique, et mesurent des impulsions, des positions... L'objet quantique n'a pas besoin, dans le travail effectif qui est effectué sur lui à l'aide de la mécanique quantique, de cette médiation classique: en quelque sorte, il se suffit à lui-même. Ainsi, après la reformulation, c'est un objet différent qui se propose, qui n'est pas saisissable par les systèmes de concepts antérieurs, mais qui l'est (même si ce n'est pas du tout de l'ordre de ce que l'imagination aime à se représenter intuitivement) d'une façon immédiate (sans intermédiaire), par la nouvelle formulation qui le désigne d'une façon qui lui est propre.

L'objet quantique, cette entité nouvelle, se définit comme l'objet propre de la physique quantique nouvelle manière (la mécanique quantique); et si l'on parle de particules, par exemple, avec l'idée commune qui s'attache à ce terme, on est déjà en dehors de cette théorie et de son formalisme et l'on ne désigne plus le même objet. Le formalisme théorique fait appel à des notions qui ne sont plus l'onde ou la particule, mais la fonction d'onde qu'il vaut mieux appeler vecteur d'état, précisément pour éviter les traductions intuitives, ou d'autres quantités, les nombres quantiques, ou les grandeurs physiques appelées souvent "observables"; et ce sont ces notions qui permettent la pratique du travail de recherche, aussi bien théorique que relatif à l'interprétation des expériences.

C'est par cette utilisation précise du formalisme et des concepts quantiques que les physiciens ont peu à peu prédit et interprété des phénomènes qui sont impensables en dehors d'eux. Il serait trop compliqué d'entrer ici dans les détails, mais des notions comme l'indiscernabilité des particules élémentaires, le principe d'exclusion de Pauli, ou les oscillations de neutrinos ou autres particules neutres seraient des exemples particulièrement caractéristiques de cette situation. Je pense que ces exemples et l'état de choses dont ils témoignent sont de bons indicateurs de l'intégration de la nouveauté, en ce qu'elle est irréductible aux représentations antérieures, et en ce que, malgré tout, elle est devenue pensable en dehors d'elle précisément (bien que les représentations antérieures aient été l'occasion de leur venue au jour : ceci pour la continuité!). Il est possible de résumer, en tentant d'aller à l'essentiel, ce qui constitue l'apparition et la reconnaissance de la nouveauté, du moins dans ce qu'elle a de plus manifeste (il y a des nouveautés moins fondamentales): la mise au jour de principes théoriques, organisateurs de concepts, explicitement désignés, et qui sont les guides de la formulation théorique se constituant en édifice radicalement différent des précédents, parce que, précisément, ses bases et son architecture ne sont plus les mêmes. C'est cette réorganisation, au moment culminant de l'assimilation de la nouveauté, qui accompagne "l'état de crise", parfois concluant celui-ci (la crise dans la théorie se trouve résolue) ou au contraire le précédant (la théorie peut apparaître comme un corps étranger dans un ensemble de conceptions très liées aux représentations antérieures). D'autres exemples auraient pu être aussi bien la théorie de la relativité ou la thermodynamique: comme la théorie quantique, ces théories nouvelles ont en leur temps suscité aussi bien les débats des physiciens que les spéculations ou les réactions vives des philosophes ou du public.

#### CRISE DE LA CONNAISSANCE ET CRISE DE LA THEORIE.

Si l'on se pose la question de savoir quelle est la signification de la théorie nouvelle, et quel est son objet, et en particulier sa portée, l'on touche nécessairement à des aspects qui relèvent de la considération de la théorie en elle-même, mais également à des considérations plus générales sur la théorie de la connaissance. Que signifie une pareille théorie qui n'a pas d'analogue dans ce que l'on connaissait antérieurement? La théorie antérieure, la représentation qui l'accompagnait, étaient intégrées de façon relativement harmonieuse à un ensemble de conceptions plus générales, à une philosophie de la connaissance et à une vision du monde, qui avaient acquis une certaine stabilité et n'étaient pas particulièrement remis en question. Il semblait que la nouvelle théorie ou représentation doive naturellement s'inscrire dans cette perspective sur la connaissance et sur le monde: d'ailleurs, science et philosophie n'ont-elles pas l'une par rapport à l'autre une certaine autonomie? Mais le fait est que, lors de l'introduction de ces théories, significatives et marquantes (et les exemples qui viennent à l'esprit vont bien au delà de la physique: pensons à l'évolutionnisme et à la génétique), il se produit corrélativement une crise de la philosophie de la connaissance; ou, du moins, les questions posées débordent-elles le champ de la théorie et de la discipline même, et sont-elles exprimées en des termes qui ont une



portée philosophique: ainsi les scientifiques abordent-ils les questions philosophiques (les formulant et les résolvant avec plus ou moins de bonheur), et les théoriciens de la connaissance se sentent-ils plus ou moins interpellés (et réagissent à cette interpellation de toutes sortes de façons qu'il ne m'est pas possible ici de seulement évoquer, tant leur portée et leurs effets sont divers). Bien entendu, de nombreux autres secteurs de la pensée se trouvent aussi concernés par les débats qui s'instaurent ainsi et sont même portés sur la place publique. Je n'évoquerai, à propos de la théorie quantique et des débats occasionnés par elle, que les expressions largement employées de "crise du déterminisme", "crise de la causalité", "nouvelle conception du rapport observateur-observé", etc.. Ce qui se trouve en jeu, par delà les formulations particulières, c'est la question des fondements de la connaissance scientifique, qui est un objet de débat permanent dans le champ de la philosophie proprement dite, et ces débats se nourrissent des problèmes et des résultats des sciences elles-mêmes. L'interaction est bien entendu dans les deux sens, et les débats sur l'interprétation des théories -comme d'ailleurs certains aspects de l'approche théorique elle-même- sont tributaires de ceux de la philosophie, comme en témoignent de façon exemplaire les controverses de la physique et de la philosophie de la connaissance au vingtième siècle et notamment dans la période très riche des années vingt et trente. ( Je ne mentionne pas ici, mais la remarque serait analogue, les débats sur les fondements des mathématiques à la fin du dix-neuvième siècle et au début du vingtième, dont on sait combien ils ont contribué à renouveler certains aspects de la philosophie de la connaissance).

A cet égard, il est nécessaire de remarquer qu'une théorie prise isolément ne suffit pas à déterminer à elle seule une crise de la philosophie, entendant par là une remise en question d'une philosophie de la connaissance donnée, et il est sans doute illusoire de voir une causalité directe de l'une à l'autre. Il y a, entre les conceptions sur la connaissance et les énoncés d'une théorie donnée -celle-ci fut-elle révolutionnaire-, une latitude dont témoigne le fait qu'historiquement des réajustements progressifs ou périodiques s'opèrent qui rétablissent la légitimité de certaines positions philosophiques que l'on avait pu croire un moment complètement impossibles (voir les débats du réalisme et du positivisme, ou ceux de l'empirisme et du rationalisme). Par exemple, ce n'est pas seulement la relativité restreinte, avec ses nouvelles définitions de l'espace et du temps, qui a remis en cause certaines conceptions kantiennees comme celles des catégories pures de l'entendement et du synthétique a priori. Reichenbach, aussi bien que Schlick, qui ont les premiers souligné les difficultés de l'a-priori kantien en face de la relativité, étaient également influencés par des débats plus anciens sur les fondements des mathématiques et par des analyses philosophiques plus générales (voir l'influence de physiciens épistémologues comme Helmholtz, Hertz, Boltzmann, ou celle de Mach, ou même encore celle de Duhem, sur leur pensée et sur les idées du positivisme logique autour des cercles de Vienne et de Berlin). Les débats sur l'interprétation de la mécanique quantique en témoignent également et l'on pourrait épiloguer sur les convergences et les différences entre le cercle de Vienne d'une part, l'école de Copenhague d'autre part, qui menaient leur critique du réalisme et du rationalisme de manière parallèle, mais non sans avoir subi des influences communes.

Le questionnement philosophique me paraît tributaire de motivations plus vastes que les problèmes rencontrés par une seule théorie, motivations qui concernent un mouvement plus ample de la connaissance et du savoir. (C'est pourquoi d'ailleurs, à mes yeux, philosophie de la connaissance et épistémologie ne se confondent pas, la dernière étant relative à une approche plus locale de problèmes et tentant de les évaluer en restant au plus près de la théorie ou du champ théorique particulier lui-même.) Bien des considérations sur la connaissance émises à propos de l'interprétation de la mécanique quantique avaient déjà été proposés au dix-neuvième siècle par exemple. (Je pense, à cet égard, que les considérations philosophiques sur le réel voilé, proposé par Bernard d'Espagnat<sup>2</sup>, sont trop dépendantes d'un problème particulier de la physique, aussi fondamental soit-il, comme la non-séparabilité quantique. Dans une direction différente, Franco Selleri a émis l'idée que la philosophie est devenue expérimentalement testable, précisément par le biais de son interprétation de la physique, et je diffère totalement de ses vues sur ce point en particulier<sup>3</sup>).

#### LES ELEMENTS DE LA CONNAISSANCE REMIS EN CAUSE.

Les philosophies de la connaissance du vingtième siècle, qui ont toutes intégré à quelque degré les leçons du renouvellement des sciences, sont marquées au coin de la remise en question d'éléments reçus jusqu'alors le plus souvent comme des certitudes, et qui semblaient fonder la possibilité même de la connaissance scientifique. Ce sont les notions de fait, de principe, d'objet, d'objectivité, de réalité indépendante, de causalité, de déterminisme, entre autres, qui avaient pu sembler claires auparavant. Un fait donné, de nature expérimentale, au 18<sup>e</sup> siècle ou au 19<sup>e</sup> siècle, cela paraissait assez assuré, voir évident quant à sa nature. Or cette apparente simplicité rencontre une complexité réelle dès lors qu'on s'interroge sur la désignation même du fait, sur la nécessité d'un appareil théorique, fût-il élémentaire, pour le capter, le mettre en évidence, le décrire: n'évoquons, pour s'en tenir au domaine français, que les analyses de Bachelard sur l'électron par exemple, qui ne peut être connu qu'à partir du moment où l'on dispose d'une théorie électromagnétique, laquelle informe tous les phénomènes auxquels est lié l'électron -y compris l'appareillage employé à sa détection<sup>4</sup>.

De même pour la notion de principe, qui paraissait claire, évidente au point qu'on l'appelait indifféremment axiome -le principe est fondateur, l'axiome une fois posé est transparent-, comme le montre leur acceptation avec celle des sciences qu'ils servaient à fonder: la mécanique newtonienne basée sur ses trois principes (inertie, composition des forces, action et réaction), la thermodynamique sur ses deux principes (conservation de l'énergie, augmentation de l'entropie). Ce sont leurs principes mêmes, leur universalité et leur rationalité qui assuraient la solidité de ses sciences. Or la stabilité des principes eux-mêmes a été singulièrement ébranlée: telle fut la leçon des modifications affectant la mécanique newtonienne dans plusieurs directions. Désormais, des principes que l'on avait pu croire assurés, se voyaient remplacés par d'autres principes (ceux de la relativité restreinte ou généralisée) ou par des pseudo-principes (les "principes" de la mécanique quantique sont d'une nature très particulière, et peut-être les principes

au sens des précédents ne sont-ils formulés qu' au niveau de la dynamique des phénomènes quantiques, par exemple comme les principes de symétrie de jauge, plutôt qu'au niveau du simple cadre conceptuel de la mécanique quantique proprement dite).

Sur les notions d'objet, d'objectivité, de déterminisme, de causalité, c'est un fait bien connu qu'il y a à leur sujet des mises en doute et des débats; et, il faut le dire aussi, de grandes confusions. La notion d'observation, la relation observateur-observé (souvent rapportée au couple sujet-objet) sont d'une nature trop complexe pour que leur rendent justice les simplifications abusives qu'on en fait le plus souvent et les conclusions passe-partout qui en sont tirées, propagées dans la plus grande confusion conceptuelle et méthodologique d'une science à une autre. Quant au déterminisme et à la causalité, souvent identifiés l'un à l'autre alors que l'on devrait les distinguer soigneusement, même s'ils entretiennent d'étroites relations, ils demanderaient également une analyse prudente. Il ne suffit pas de dire, comme si l'on disposait là d'une solution générale aux problèmes de la connaissance scientifique, que ces notions sont dépassées. Ce qui se trouve dépassé, ce ne sont pas ces notions en elles-mêmes, mais certains contenus qui leur étaient attachés intuitivement dans une pensée classique. On peut fort bien, par exemple, continuer à admettre le déterminisme comme condition nécessaire pour que la science soit possible, comme le prétendait Poincaré au début de ce siècle, mais il faut alors le distinguer de sa forme laplacienne ou d'une stricte causalité universelle dans l'espace et dans le temps, ou encore d'une exacte attribution d'une seule valeur à une grandeur donnée, à l'exclusion de toute distribution de probabilités. Il faut donc, dans ce cas, opérer une modification de ce que l'on entend par revendication de déterminisme, et dissocier, dans l'acception ancienne, l'aspect d'une revendication universelle qui conditionne la possibilité de connaître, et celui de caractéristiques conceptuelles particulières. De même pour la causalité; sans une telle redéfinition, par un rejet pur et simple de la causalité, on aboutit à une contradiction dont il est curieux qu'elle ne soit généralement pas relevée: prétendre en même temps que la physique moderne rejette la causalité, et utiliser les équations de cette physique qui sont -tout comme au temps de Newton- l'expression même de cette causalité. (Il y a, il est vrai, des positions intermédiaires qui admettent, comme Niels Bohr, la causalité dans certaines conditions, et je ne veux nullement simplifier ici abusivement le débat).

On voit par ces remarques, que si ces notions de bases de la philosophie de la connaissance traditionnelle sont à remettre en question à un titre ou à un autre, car il n'y a pas de définition a-priori absolue qui les légitimerait une fois pour toute, elles ne cessent pas pour autant d'être utiles, voire nécessaires, dans un domaine de validité circonscrit, et selon une acception plus restreinte et plus précise. Remise en question peut vouloir dire non pas nier, mais redéfinir.

Cela étant, on doit, je crois, se réjouir de ce qui est au fond une libération de toute postulation qui pourrait apparaître comme dogmatique et définitoire a-priori de la connaissance scientifique. Mais cette libération a pour contrepartie une incertitude face aux difficultés: car qui, ou qu'est-ce qui, indiquera ce qu'il convient désormais de garder ou d'inventer? Aucun a-priori ne nous oblige, et la pensée à cet égard est seule devant le monde. Seule, mais non point sans moyens, comme nous l'assure ce fait indéniable qu'il y a malgré tout, dans cet océan d'incertitudes,

quelque chose qui s'appelle science, laquelle comprend des théories qui n'ont jamais été aussi puissantes à reproduire, interpréter, voire expliquer les faits. Il reste que, sachant que les fondements même de notre connaissance peuvent être sujet dans l'avenir à modification comme ils l'ont été dans le passé -et dans le passé le plus récent- l'on peut persister à s'interroger sur notre incertitude fondamentale, et à se demander à quoi devra-t-on donc , dans cette absence de stabilité sous nos pieds, référer cette certitude qu' est le fait de la connaissance scientifique, telle qu'elle est aujourd'hui.

#### CRITERES DE SCIENTIFICITE.

Le problème que nous rencontrons ici est celui de la scientificité de la connaissance et des critères qui permettent d'assurer qu'une connaissance est scientifique et qu'une autre ne l'est pas, ou encore qu'une théorie scientifique est meilleure qu'une autre.

Une distinction intéressante à cet égard est celle entre connaissance scientifique et connaissance commune, ou, de façon plus spécifique entre les notions communes et les concepts scientifiques: y a-t-il unité et continuité de l'un à l'autre, ou au contraire différence radicale? Il semble à première vue qu'il y ait une différence radicale entre les deux. La rupture proviendrait, dans la perspective ici esquissée, de ce que l'objet scientifique est un objet construit (en vue, certes, d'un objet réel visé), alors que la connaissance commune aborde un objet conçu comme immédiatement donné aux sens. Cette attribution de la distinction peut paraître exacte à première vue, si l'on considère la différence entre certains concepts scientifiques et les notions communes correspondantes, par exemple l'espace, la vitesse, la force, à travers les travaux d'un Galilée ou d'un Newton: leur pensée a dû travailler, pour forger ces concepts en entités physiques, en s'opposant à la pensée commune, en l'occurrence à l'acception commune, anthropomorphique et anthropocentrique, relative à ces notions, et en mobilisant les mathématiques pour la définition même de ces concepts (plus précisément, de ces systèmes de concepts, car c'est un caractère des concepts scientifiques de n'être pas isolables, et de ne prendre sens qu' au sein d'un réseau de concepts: par exemple, Newton définit l'accélération par la force et par la masse). On connaît les exemples donnés par Bachelard dans La Formation de l'esprit scientifique, de concepts scientifiques formulés en polémique contre les notions communes. Cette différence se trouve, avant Bachelard, dans l'oeuvre de Duhem , qui considère le cas de la pensée physique, et montre à partir d'elle comment procède la connaissance scientifique. A cette tradition duhémienne prolongée par Bachelard s'oppose l'idée, que l'on trouve chez Meyerson, et avant lui chez Mach, de l'unité profonde entre les deux types de connaissances. (Pour Mach, dans La connaissance et l'erreur, la connaissance commune opère, tout comme la connaissance scientifique, par des processus d'essais, d'erreurs et de rectifications). Malgré ces applications contraires, les analyses de la structure de la connaissance scientifique données par un Mach et un Duhem sont apparentées sur de nombreux points: l'opposition affirmée et soulignée par Bachelard entre lui-même et Meyerson ne serait-elle -

par voie de conséquence si l'on juge du rapport de leurs prédécesseurs- pas si absolue?

Duhem et Mach faisaient remarquer qu'il n'y avait pas réellement d'opposition entre leurs conceptions, mais simplement que l'un - Mach- privilégiait les exemples de la connaissance commune, alors que l'autre -Duhem- insistait sur les exemples, très clairs parce que spécifiques et plus facilement analysables, de la connaissance scientifique, tous les deux ayant en vue de caractériser la connaissance en tant que telle. Où l'on voit -soit dit en passant- que certains problèmes qui reparaissent sur le devant de la scène ne sont pas si nouveaux, bien qu'ils soient souvent présentés avec les trompettes de l'innovation.

Ayant dit cela, je ne crois pas pour autant qu'il n'y ait aucune différence entre la connaissance commune et la connaissance scientifique. Pour le faire voir, il suffit de mentionner les difficultés que rencontre l'assimilation de concepts scientifiques lorsqu'ils viennent substituer, dans la théorie, des concepts moins précis et plus proches des notions communes. Les discussions des scientifiques et des philosophes à propos des idées de la relativité, dans les années 1910-1930, en sont un bon exemple. Il s'agissait de comprendre d'une manière différente, non plus basée sur une intuition (tributaire en fait d'une connaissance antérieure assimilée), des concepts comme ceux d'espace, de temps, de champ (substitué à l'éther), de masse-énergie etc... Le temps au sens de la relativité restreinte paraissait précisément s'opposer au sens commun, établi de manière arbitraire, contraire à l'expérience quotidienne. En 1911, Langevin présenta aux philosophes de la Société française de philosophie, ainsi qu'à ceux réunis en congrès à Bologne, un exposé sur la nouvelle définition relativiste du temps, qui éclairait avec une grande précision ce qui fait le temps physique, au-delà de l'intuition première, à partir d'une nécessité de concordance entre des concepts physiques qui le fondent<sup>5</sup>; de sorte que c'est de la formulation même de la théorie de la relativité -et plus précisément de ses principes fondateurs- que sont tirées les propriétés du temps physique, lesquelles sont adaptées aux contraintes de l'expérience et peuvent être décrites en toute rigueur selon des expériences possibles comme celle du voyageur de l'espace et de son frère jumeau demeuré sur la terre. Par contraste, le temps de l'intuition selon Bergson<sup>6</sup>, malgré toute la finesse de la philosophie qui le requiert, ne dépasse pas le statut d'une notion commune, non opératoire en physique et illusoire pour cette science, comme finalement pour la philosophie elle-même.

Plusieurs remarques peuvent être faites à cet endroit.

1° Dans le cas que nous venons d'évoquer, comme en de nombreux autres, les "notions communes" sont des concepts devenus familiers. Par exemple, l'éther n'est pas, à l'origine, une notion commune: c'est un concept scientifique tardif, apparu avec l'optique ondulatoire et le champ électromagnétique pour rendre compte de la propagation d'entités physiques dans l'espace en préservant les notions fondamentales de la mécanique. De telles notions (et nous pourrions en prendre de plus fermes encore comme la vitesse, l'accélération, peu à peu élaborées au cours de l'histoire de la physique) ne sont devenues communes que dans la mesure où elles ont été assimilées au point de pouvoir être l'objet d'une représentation imagée. Il était par exemple assez courant, dans les années vingt de ce siècle, que des physiciens proclament la nécessité de l'existence de l'éther car,

comment, sans lui, des particules cosmiques ou la lumière des étoiles pourraient-elles voyager? Il fallait bien un support physique, matériel, à leur propagation dans l'espace vide: telle était la conviction -et, partant, l'insatisfaction devant la relativité- de scientifiques dans des communications à l'Académie des sciences de Paris ces années là, et elle était assez répandue: Michelson lui-même, dont l'expérience négative sur le vent d'éther fut importante pour l'implantation des idées relativistes, partageait cette conception.

2° L'analyse de la connaissance scientifique révèle un certain nombre de traits qui semblent différer de la connaissance commune: en particulier ce caractère des concepts scientifiques ou des objets de la science d'être construits. Mais ceci ne permet-il pas de déceler, en quelque sorte par analogie, transposition ou correspondance, un caractère semblable dans la connaissance commune, mais qui était resté inaperçu avant que l'on ne l'ait décelé par la réflexion sur la connaissance scientifique et ses concepts, en raison de cette illusion de notre pensée spontanée que la connaissance commune serait immédiatement donnée? Il en va ici, me semble-t-il, un peu de la même façon qu'entre deux sciences en succession et en progrès relatif, l'une supplantant l'autre, antérieure, dans un certain domaine: les caractères de la science nouvelle nous instruisent, par un retour en arrière, sur ceux de l'ancienne. Il est évident, par exemple, que la formulation de la mécanique quantique n'est pas intuitive, et que ses concepts sont construits, très au-delà des suggestions immédiates de l'expérience: la mécanique quantique -et de façon très différente, mais semblable, la relativité générale- nous place en face d'un rapport "distancié" du formalisme à l'expérience. Mais, à y regarder de près, l'on se rend compte que la mécanique classique également était formalisée de manière abstraite (et que d'ailleurs toute son évolution, de Newton à Lagrange, à Hamilton et Jacobi, est une progression dans l'abstraction), et les théories récentes (mécanique quantique, relativité générale) ont servi de révélateur quant au caractère formalisé et construit de la physique, caractère présent déjà avant elles, au moins depuis que cette science est mathématisée. Plus généralement, la connaissance commune à proprement parler ne serait-elle pas l'objet même d'une construction?

3° On peut savoir par ailleurs, grâce en particulier à la psychologie, que, même engendrées en dehors de la connaissance scientifique, les notions communes résultent d'un processus mental d'élaboration, d'adaptation, d'évolution, et c'est ce processus mental dont on peut se demander s'il n'est pas à quelque degré universel, mis en oeuvre d'une façon assez profondément similaire dans la connaissance commune et dans la connaissance scientifique: filtrage par le cerveau des sensations, transcription de celles-ci, structuration des images, transformation symbolique, etc.. L'on a peut-être ici un point de rencontre, un lieu qui est commun à l'épistémologie et à la philosophie de la connaissance d'une part, et à la psychologie d'autre part (cette dernière étant entendue de la neuropsychologie à la psycholinguistique et à la psychologie sociale).

ESSAI DE CARACTERISER UNE PENSEE SCIENTIFIQUE : LA NOTION DE PROGRAMME.

Qu'il y ait ou non rapport direct et continuité entre la connaissance commune et la connaissance scientifique, nous savons qu'il y a quelque chose qui s'appelle connaissance scientifique, distincte de la première. Il existe, dans les faits, des théories et des procédures scientifiques, des expériences délibérées, critiquées, interprétées. La continuité éventuelle du passage (dont je ne préjugerai pas) ou l'apparement (dont il faudrait préciser les degrés) n'impliquent pas l'identité.

Le problème est dès lors de savoir, étant donné cette connaissance scientifique prise comme un fait (intellectuel et social), comment il serait possible de caractériser des critères qui permettraient de distinguer la connaissance scientifique des autres modes de connaissance. Les diverses épistémologies ou philosophies de la connaissance que l'on peut recenser prétendent sur ce point apporter des solutions ou du moins des réponses, ces réponses fussent-elles négatives -ou paradoxales- comme celle de Feyerabend, selon laquelle "tout marche, il n'y a pas de critères, tout est scientifique ou ne l'est pas, et c'est l'opportunisme qui fonctionne". (Soit dit en passant, c'est de manière abusive que Feyerabend<sup>7</sup> rapporte cet opportunisme à Einstein, qui ne partageait aucunement cette manière de voir). Les critères proposés par Popper<sup>8</sup> sont également bien connus: seules les connaissances scientifiques sont "falsifiables", c'est à dire expérimentalement testables (avec une dissymétrie entre la vérification, que l'on ne maîtrise jamais de façon absolue et la "falsification": nous ne pourrions pas savoir si une théorie est vraie, mais nous pourrions savoir si elle est fautive). Ce critère semble insuffisant, car trop étroit; il fait bon marché notamment du problème posé par Duhem<sup>9</sup> et repris par Quine<sup>10</sup>, celui du holisme épistémologique (les théories et leurs propositions ne sont pas logiquement isolables, et les tests ne portent que sur des complexes et non sur des éléments singuliers, en sorte que c'est toujours -selon Duhem- par convention que l'on choisit). Trop général dans sa formulation, le critère de falsifiabilité ne se préoccupe pas de savoir s'il ne pourrait y avoir vérité d'une théorie dans un domaine de validité donné. Il est vrai que la proposition de Popper est plus complexe, et qu'il définit ensuite un ensemble de conceptions (comme celle de vérisimilitude) qui tendent à rapprocher son épistémologie des conditions de la science effective. Mais le système qu'il élabore est trop spécifique à des pré-supposés qui lui sont propres pour que ces solutions n'apparaissent pas comme des élaborations ad hoc, qui ajoutent de manière artificielle (comme cela se fait dans des théories et des constructions de modèles en sciences, et comme on le reproche eu égard aux formulations fondamentales) des compléments aux seules fins de justifications, quand on souhaiterait une formulation plus cohérente et unitaire. L'approche de Lakatos<sup>11</sup>, en terme de programmes de recherche, pour trop "rationnaliste" qu'elle soit (minimisant des aspects plus obscurs du processus de découverte), apparaît plus ouverte et plus adaptée à la réalité des processus d'investigation scientifique. Mais je ne peux faire ici le tour des diverses conceptions qui ont été proposées. Il semble en tout état de cause nécessaire de dépasser ce qu'ont de restrictif les critères et considérations évoqués en mettant en évidence deux facteurs dont la prise en compte semble inévitable: l'objet de la connaissance et son rapport au réel (quelqu'il soit), et la méthode de l'approche dans sa réalité effective.

Je m'en tiendrai à faire état, bien que très sommairement, d'une idée que j'ai appelée "programme épistémologique"<sup>12</sup>, et qui, tout en tenant compte de certains des éléments comme ceux mentionnés (un certain degré de falsifiabilité, la notion de programme rationnel de recherche, la solidarité des propositions, voire des représentations, etc..), les insère dans un ensemble complexe qui comprend des instances aussi hétérogènes (mais ordonnées les unes par rapport aux autres en une chaîne de connexions) que des concepts, des modèles théoriques, des principes, des catégories de pensée, des présupposés épistémologiques et des conceptions générales qui relèvent d'une vision du monde (ce qui laisse ouverte la question de l'influence de facteurs d'origine psychologique, culturelle ou sociale si difficiles -et peut-être impossibles- à déterminer comme on sait). Cet ensemble imbriqué d'instances peut-être considéré, soit que l'on s'intéresse à un travail individuel, à l'oeuvre d'un savant dans un domaine donné à telle époque, soit que l'on considère un problème scientifique pris en lui-même, intégré à un corps de propositions ou en cours d'intégration. On s'aperçoit que l'on devra prendre en compte, dans l'analyse que l'on se propose, aussi bien des aspects d'une grande précision qui appartiennent à ce que j'appellerai la rationalité propre du champ de problèmes considéré, que d'autre aspects moins aisés à circonscrire directement, plus "externes" si l'on veut, comme les conceptions générales dont nous avons parlé plus haut: telle ou telle acception du déterminisme, de la causalité, ou, plus profondément, l'idée d'objectivité, celle de la réalité. Entre les deux, une certaine conception, par exemple, du rôle que l'on octroie à la théorie scientifique (prenons le cas de la théorie physique), de son rapport à son "objet", aux phénomènes ou à leur substrat (dans la mesure où l'on admet qu'ils en ont un. Dans ces aspects, ou ces instances, intervient toute une part d'informulé, de non-dit, de non explicité, qui appartient à notre imaginaire, lequel informe, de manière souvent obscure, les racines mêmes de nos représentations. Quel que soit le rôle que cette part informulée joue par rapport au travail scientifique, ou à la compréhension des problèmes scientifiques, il est mieux d'en tenir compte, même s'il est impossible de la rendre explicite (on ne rendra probablement jamais totalement compte en termes purement rationnels de la création scientifique): ainsi, à défaut de la rendre transparente, tâche vraisemblablement impossible, doit-on s'efforcer de la situer. C'est en particulier ce que rend possible une caractérisation, même partielle, de la chaîne logique qui relie l'un à l'autre les différents éléments du programme épistémologique que l'on est amené à considérer -soit celui d'un auteur, soit celui que l'on veut faire présider à l'analyse épistémologique envisagée.

On peut tenter, de cette manière, de caractériser des différences d'approches d'un problème donné par différents chercheurs (cf le cas de la relativité restreinte par Lorentz, Poincaré, Einstein), et de les comparer. Ou encore, prenant un problème ou un concept, comme celui de non-séparabilité quantique, on peut tenter d'analyser sa signification<sup>13</sup>. La manière d'analyser le problème ou la proposition dépendra du programme épistémologique que l'on adopte, et nous pourrions alors comprendre pourquoi, pour les uns, dire que deux photons sont non-séparables localement, cela signifie qu'il y a entre eux transmission instantanée d'un signal, alors que pour d'autres, cela ne fait qu'exprimer le fait de la non-localisation ou de l'extension spatiale des systèmes quantiques, donc leur indissociabilité intrinsèque



en deux systèmes séparés, et que l'on ne peut rien en dire d'autre parce que la théorie qui définit ces systèmes ne dit rien d'autre sur eux, notamment en terme de transmission à travers l'espace.

Dans un cas comme celui ci, ce qui déterminera la compréhension ou l'interprétation du concept ou de la proposition, c'est la référence à laquelle on les rapporte. Un programme réaliste (réaliste critique) s'exprimera en terme d'objet réel existant en dehors de l'observation, sans nécessairement préjuger des qualifications de cet objet, dont c'est précisément le rôle de la théorie de les circonscrire et de les désigner. Le choix du programme (réalisme ou observationnalisme) porte sur l'un des éléments-clés de la chaîne de raisonnement dont on a parlé. A l'un des bouts de la chaîne se trouvent des demandes générales sur l'univers et la pensée (la pertinence de la catégorie de réalité physique par exemple). A l'autre extrémité sont les concepts ou les grandeurs (physique ou d'une autre science) à mettre en relation avec l'expérience. Si une nouveauté apparaît à cette extrémité, elle va se répercuter sur l'ensemble de la chaîne, et la modification qu'il va s'avérer nécessaire d'effectuer portera sur l'un ou l'autre des éléments de la chaîne, en fonction de ceux des éléments dont la stabilité est privilégiée par le choix du programme épistémologique. Quand nous analysons la non-séparabilité quantique, nous pouvons peut-être conclure à la nécessité d'une modification, quelque part, de nos représentations. Certains voudront abandonner la réalité physique -l'école de Copenhague l'avait elle-même abandonnée avant d'avoir enregistré l'inséparabilité, mais pour des raisons connexes. D'autres (par exemple les "réalistes critiques"), gardent par principe la réalité physique, modifieront leur conception antérieure du déterminisme, ou l'attribution d'une localisation définie aux systèmes quantiques, et donc opteront pour un rôle différent de l'espace en mécanique quantique: ils modifieront la notion de corpuscule localisé dans l'espace (ils l'avaient modifié en fonction de considérations théoriques dont la non-séparabilité n'est que l'une des expressions). La notion de programme épistémologique autorise ainsi une certaine souplesse d'adaptation par rapport aux modifications requises, et permet, pour des représentations de nature différente, de continuer à parler de science et de théorie, mais, on le voit, relativisées par rapport au choix d'un programme.

Le programme que je pense pour ma part le plus satisfaisant quant au but et à la démarche de la connaissance scientifique, mais qui, n'étant inscrit ni dans la nature, ni dans les faits, ne peut que résulter d'un libre choix, est celui du réalisme rationnel et critique. La science, et en particulier la physique, selon ce programme, vise à décrire une réalité; mais elle ne peut évidemment aborder cette dernière d'une manière directe, puisque la physique -et la science- se situe toujours dans l'espace du symbolique -avant de retourner au monde de la réalité, en y portant ses effets, ses objets techniques-, et que la représentation symbolique ne se superpose jamais exactement à cette réalité qu'elle vise. Malgré tout, l'objet de la physique -de la science- n'est pas seulement un objet symbolique construit: il est construit et visé, et l'on dispose d'un certain nombre de critères qui permettent de voir qu'il se rapproche de plus en plus de sa visée; d'où l'ouverture à la nouveauté puisque toute représentation est, par rapport à l'objet ultimement visé, inadéquate.

## CHOIX D'UN PROGRAMME ET SUBJECTIVITE.

Je terminerai en évoquant deux des multiples questions que l'on peut opposer aux considérations qui précèdent : une représentation indépendante de l'observateur est-elle possible, et même seulement pensable? En effet, la pensée ne s'exprimant jamais qu'en terme d'objets pensés, cela a-t-il un sens de parler d'une représentation indépendante du penseur, ou de l'observateur? Pour indiquer qu'il ne s'agit pas là d'un problème sans solution, j'indiquerai seulement -et je m'en tiendrai là- une analogie: la représentation d'un système physique dans l'espace peut-elle être indépendante du système de coordonnées spatiales de l'observateur puisqu'elle ne peut s'exprimer qu'en termes de coordonnées spatiales? La relativité nous enseigne que oui: il y a des grandeurs invariantes qui se conservent ou gardent la même forme dans des systèmes différents -ce sont précisément elles qui définissent les propriétés intrinsèques des systèmes, et tout le problème de la physique est précisément de déterminer ces grandeurs. Pourquoi une considération analogue ne serait-elle pas pertinente à propos de la connaissance objective en générale? Serait objective une connaissance qui serait indépendante des observateurs et des penseurs individuels, voire des systèmes de pensée particuliers, et qui pourrait être formulée en des propositions qui auraient même forme dans des systèmes de pensée différents. Une analogie n'est pas une preuve, et peut-être ne peut-on prouver que des connaissances strictement objectives soient possibles. Du moins le contraire n'est-il pas prouvé non plus.

Nous voici face à une autre question: si le bien-fondé d'un choix n'est pas prouvé, alors il ne resterait que le pari? L'expression demande à être méditée. Et la réponse tout d'abord est non, si l'on entend pari dans le sens où il ne s'agirait que d'un jeu, ou de considérer une pure contingence, ou d'admettre qu'il ne peut y avoir de justification ou de soubassement pour le choix du programme. L'un serait possible aussi bien que les autres, et peu importerait. Certes, concèderait-on, il faut choisir, mais le résultat est au hasard. Il reste qu'il s'agit bien d'un choix, non d'une contrainte, car l'on ne peut démontrer ni logiquement, ni empiriquement, qu'il va de soi.

Le terme de pari n'est pas inadéquat si on l'entend dans un sens plus ouvert, plus "pascalien" en quelque sorte. Il nous suggère même une analogie, car pari (comme, d'ailleurs, jeu) appelle l'idée de probabilité, avec plusieurs positions philosophiques au sujet des probabilités: j'en évoquerai deux pour conclure.

Dans l'interprétation subjective des probabilités à la Laplace, tout est déterminé dans la nature, mais notre ignorance est telle que nous ne connaissons que du probable. Mais, par une sorte d'effet en contre-coup, ce probable entraîne un agnosticisme, un positivisme, un empirisme, une philosophie de la connaissance seulement probable, telle qu'un Reichenbach l'a développée et, à sa suite, l'empirisme logique. Mais, ce faisant, on opère un retournement épistémologique qui modifie la possibilité même du choix, imposant celui ci dans une direction déterminée selon un programme propre, d'ailleurs différent de celui ici proposé.

Une autre position philosophique au sujet des probabilités, pourrait s'inspirer de Condorcet, qui parlait de cette idée que nous ignorons quelles sont les couleurs des boules d'une urne, mais nous savons qu'elles existent avec leur couleur avant

notre observation, pour aboutir à cette proposition que nous essayons, à l'aide des probabilités, de déterminer les meilleures règles de conduite. D'une manière assez voisine, nous pourrions proposer qu'il existe bien un soubassement réel qui justifierait le choix d'un programme et non un autre; et que, dans ce sens, le choix que nous effectuons est fondé sur une décision qui pose le plus probable. A mes yeux, le réel est le plus probable en tant que référence.

#### NOTES

1. M.Paty, "The scientific reception of relativity in France", in Th. Glick (ed), *The comparative reception of relativity*, Reidel, Dordrecht, 1987, p. 1113-167.
2. B. d'Espagnat, *A la recherche du réel*, Gauthier-Villars, Paris, 1979; *Une incertaine réalité*, Gauthier-Villars, Paris, 1985.
3. F.Selleri, *Le Grand débat de la théorie quantique*, Flammarion, Paris, 1986.
4. G. Bachelard, *L'activité rationaliste de la physique contemporaine* (1951), Presses Universitaires de France, Paris, 1965.
5. P.Langevin, "L'évolution de l'espace et du temps", *Scientia* X, 1911, 31-54; "Le temps, l'espace et la causalité dans la physique moderne", *Bulletin de la Société française de philosophie* 12, 1911, 11-44. Ces deux textes sont reproduits dans : P. Langevin, *La physique depuis vingt ans*, Doin, Paris, 1923.
6. H.Bergson, *Durée et simultanéité*, Alcan, Paris, 1922.
7. P. Feyerabend, *Against method* (1975), tr.fr. *Contre la méthode*, Seuil, Paris, 1979.
8. K. Popper, *The Logic of scientific discovery* (1959, re-ed 1968), tr. fr. *La logique de la découverte scientifique*, Payot, Paris, 1973.
9. P. Duhem, *La théorie physique, son objet, sa structure* (1906), réed de la 2<sup>ème</sup> éd. (1914), Vrin, Paris, 1981.
10. W. Quine, *Relativity of ontology and aother essays*, Columbia University press, New York, 1979. Tr. fr. *Relativité de l'ontologie et autres essais*, Aubier-Montaigne, Paris, 1977.

11. I. Lakatos, *The methodology of scientific research programmes. Philosophical papers*, vol. 1, Cambridge University Press, Cambridge, 1978.

12. M. Paty, "La notion de programme épistémologique et la physique contemporaine", *Fundamenta Scientiae* 3, 1982, 321-336; *La matière dérobée*, Archives contemporaines, Paris, 1988.

13. M. Paty, "La non-séparabilité locale et l'objet de la théorie physique", *Fundamenta scientiae* 7, 1986, 47-87.